

26. 1. 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

JP03/16199

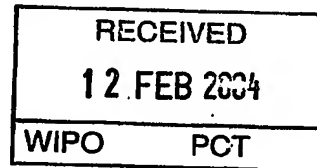
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 2 月 1 7 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 6 5 7 7 7
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 6 5 7 7 7]

出 願 人 東京エレクトロン株式会社
Applicant(s):

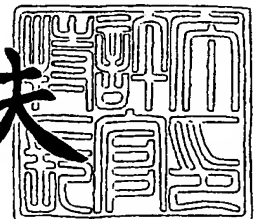


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 月 1 3 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 JPP020135

【提出日】 平成14年12月17日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/02
H01L 21/66
G05B 13/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 奥本 康博

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区赤坂五丁目3番6号 TBS放送センター
東京エレクトロン株式会社内

【氏名】 唐澤 渉

【特許出願人】

【識別番号】 000219967

【氏名又は名称】 東京エレクトロン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100095407

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 満

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038380


【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1



【包括委任状番号】 9718281

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 処理方法および処理装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被処理体を連続的に処理する処理工程と、
前記処理工程で処理された被処理体についてその処理状態を検査する検査工程と、
前記検査工程における検査結果に基づいて、処理状態の良／不良を判定する処理状態判定工程と、
前記処理状態判定工程において不良と判定されたときに、不良の判定が連続しているかどうかを判定する連続性判定工程と、
前記連続性判定工程において不良の判定が連続していると判定されたときに、前記処理工程における被処理体への連続的な処理を停止するよう処理を制御する処理制御工程と、
を備える、ことを特徴とする処理方法。

【請求項 2】

さらに、前記処理制御工程の前に、処理済みの被処理体を再検査する再検査工程と、
前記再検査工程における検査結果に基づいて、前記検査工程の検査状態を判定する検査状態判定工程と、
を備える、ことを特徴とする請求項 1 に記載の処理方法。

【請求項 3】

さらに、前記処理制御工程の前に、前記処理状態判別工程において判定された不良のレベルを判定する不良レベル判定工程を備え、
前記不良レベル判定工程において不良が所定のレベルに達したと判定されたときに、前記処理工程における被処理体への連続的な処理を停止する、ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の処理方法。

【請求項 4】

前記連続性判定工程において不良の判定が連続していると判定されたときに、

前記処理制御工程に対する外部からの指示を待つために、一旦前記処理工程における被処理体への連続的な処理を停止し、

前記処理制御工程では、前記外部からの指示に従って、連続的な処理を停止する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の処理方法。

【請求項 5】

被処理体を連続的に処理する処理部と、

前記処理部が処理した被処理体についてその処理状態を検査する検査部と、

前記検査部による検査結果に基づいて、処理状態の良／不良を判定する処理状態判定部と、

前記処理状態判定部により不良と判定されたときに、不良の判定が連続しているかどうかを判定する連続性判定部と、

前記連続性判定部により不良の判定が連続していると判定されたときに、前記処理部の被処理体への連続的な処理を停止するよう処理を制御する処理制御部と

を備える、ことを特徴とする処理装置。

【請求項 6】

さらに、前記処理制御部による制御の前に、処理済みの被処理体を再検査する再検査部と、

前記再検査部による検査結果に基づいて、前記検査部の検査状態を判定する検査状態判定手段と、

を備える、ことを特徴とする請求項 5 に記載の処理装置。

【請求項 7】

さらに、前記処理制御部による制御の前に、前記処理状態判別手段により判定された不良のレベルを判定する不良レベル判定手段を備え、

前記不良レベル判定手段により不良が所定のレベルに達したと判定されたときに、前記処理部による被処理体への連続的な処理を停止する、ことを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の処理装置。

【請求項 8】

前記連続性判定部により不良の判定が連続していると判定されたときに、前記

処理制御部に対する外部からの指示を待つために、一旦前記処理部における被処理体への連続的な処理を停止し、

前記処理制御部は、前記外部からの指示に従って、連続的な処理を停止する、ことを特徴とする請求項5乃至7のいずれか1項に記載の処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、センサ等を用いて処理を制御する処理方法及び処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

半導体装置、液晶表示装置等の電子デバイスの製造には、成膜装置等の種々の処理装置が用いられている。処理装置は、半導体基板等の被処理体を連続的に処理し、その処理は種々のセンサを用いて制御されている。

【0003】

例えば、プラズマエッチング装置では、プラズマ中の発光強度を検出するセンサを用いて、エッチング処理のエンドポイントを判別する手法が開発されている（例えば、特許文献1参照）。また、エッチング処理後においては、例えば、形成されたパターンの形状を測定するセンサからの形状情報に基づき、所定形状のパターンが形成されていない場合には、異常状態にあると判別して、動作を停止するなど処理を制御する。

【0004】

【特許文献1】

特開平5-36644号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

上記のように、各種処理装置は、センサからの情報に基づいて制御されている。しかし、実際の処理雰囲気下では、センサが検出する情報にはある程度の「ゆらぎ」が存在する。このため、センサの検出精度は必ずしも完璧ではなく、検出された情報がエラー情報である場合がある。

【0006】

例えば、プラズマ雰囲気中において、高周波電力パワーのわずかな変動、処理ガスの流量や処理圧力の変動、プラズマに起因する基板温度の上昇等により、内部環境は絶えず「ゆらいでいる」。この「ゆらぎ」により、プラズマの発光強度の変化を監視していても正確なエンドポイントが検出されない場合がある。

【0007】

このようなエラー情報が処理の制御に用いられると、上記エッチング装置においてはパターン形状の異常等をもたらし、例えば、異常が許容範囲内に無い場合、形状測定センサによって異常状態と判別される。このとき、1回でも異常と判別されると、処理装置の動作を停止した上で、作業員が検査等を行う。

【0008】

しかし、元々この異常処理は、偶発的な「ゆらぎ」に基づく検出エラーから発生したものである。このため、このような処理の異常が連続する可能性は低く、処理を継続させても正常に動作可能であり、また、点検等を行っても故障等は発見されない。従って、このような場合に処理装置の動作を停止させることは非常に非効率的である。

【0009】

例えば、プラズマ処理は真空容器内で行うが、処理装置を停止させた場合には、真空容器を一旦大気雰囲気としてから作業し、その後再び真空雰囲気に戻す必要があるなど、復旧までに非常に時間がかかる。しかも、センサ或いは装置の故障ではないため、検査等のための停止時間、手間等は全くの無駄であり、かつ、多大な生産ロスを生む。特に、短期間に、多品種少量生産が求められる生産者にとっては、無駄な停止時間はスループットの低下を招くため、できるだけ避けたいものである。

【0010】

また、「ゆらぎ」によるセンサの検出エラーの他にも、装置に実際に故障等が発生していないのに異常な処理を行う場合がある。例えば、大気温度等の環境の変化により、同一のレシピで処理を行っても異常な処理が行われる場合がある。この場合にも、同様に処理が異常であると判別された時点で処理は停止される

。

【0011】

しかし、このような異常は、通常連続性が低く、外部から装置パラメータやレシピを変更することより回復対処可能である。従って、このような処理異常が一度発生しただけで処理を停止することは無駄である。

【0012】

このように、従来の処理装置には、一度でも異常な処理が検出された場合に動作が停止されるため、連続性のない処理異常や外部から対処可能な処理異常が発生した場合にも処理を停止するため、装置の十分に高い生産性が実現されないおそれがあった。

【0013】

上記事情を鑑みて、本発明は、生産性の高い処理方法および処理装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の第1の観点に係る処理方法は、
被処理体を連続的に処理する処理工程と、
前記処理工程で処理された被処理体についてその処理状態を検査する検査工程と、
前記検査工程における検査結果に基づいて、処理状態の良／不良を判定する処理状態判定工程と、
前記処理状態判定工程において不良と判定されたときに、不良の判定が連続しているかどうかを判定する連続性判定工程と、
前記連続性判定工程において不良の判定が連続していると判定されたときに、前記処理工程における被処理体への連続的な処理を停止するよう処理を制御する処理制御工程と、
を備える。

【0015】

上記処理方法は、さらに、前記処理制御工程の前に、処理済みの被処理体を再

検査する再検査工程と、

前記再検査工程における検査結果に基づいて、前記検査工程の検査状態を判定する検査状態判定工程と、

を備えてもよい。

【0016】

上記処理方法は、さらに、前記処理制御工程の前に、前記処理状態判別工程において判定された不良のレベルを判定する不良レベル判定工程を備えてもよく、

前記不良レベル判定工程において不良が所定のレベルに達したと判定されたときに、前記処理工程における被処理体への連続的な処理を停止するようにしてもよい。

【0017】

上記処理方法において、前記連続性判定工程において不良の判定が連続していると判定されたときに、前記処理制御工程に対する外部からの指示を待つために、一旦前記処理工程における被処理体への連続的な処理を停止してもよく、

前記処理制御工程では、前記外部からの指示に従って、連続的な処理を停止するようにしてもよい。

【0018】

上記目的を達成するため、本発明の第2の観点に係る処理装置は、

被処理体を連続的に処理する処理部と、

前記処理部が処理した被処理体についてその処理状態を検査する検査部と、

前記検査部による検査結果に基づいて、処理状態の良／不良を判定する処理状態判定部と、

前記処理状態判定部により不良と判定されたときに、不良の判定が連続しているかどうかを判定する連続性判定部と、

前記連続性判定部により不良の判定が連続していると判定されたときに、前記処理部の被処理体への連続的な処理を停止するよう処理を制御する処理制御部と

を備える。

【0019】

上記処理装置は、さらに、前記処理制御部による制御の前に、処理済みの被処理体を再検査する再検査部と、

前記再検査部による検査結果に基づいて、前記検査部の検査状態を判定する検査状態判定手段と、

を備えてもよい。

【0020】

上記処理装置は、さらに、前記処理制御部による制御の前に、前記処理状態判別手段により判定された不良のレベルを判定する不良レベル判定手段を備えてもよく、

前記不良レベル判定手段により不良が所定のレベルに達したと判定されたときに、前記処理部による被処理体への連続的な処理を停止するようにしてもよい。

【0021】

前記連続性判定部により不良の判定が連続していると判定されたときに、前記処理制御部に対する外部からの指示を待つために、一旦前記処理部における被処理体への連続的な処理を停止してもよく、

前記処理制御部は、前記外部からの指示に従って、連続的な処理を停止するようにしてもよい。

【0022】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態にかかる処理方法および処理装置について、以下図面を参照して説明する。本実施の形態では、半導体ウェハ（以下、ウェハW）にドライエッチング処理を施すエッチング装置を例として説明する。

【0023】

本実施の形態に係る処理装置の構成を、図1に示す。図1に示すように、処理装置1は、モジュール2と、搬送チャンバ3と、を備える。

処理装置1の全体の動作は、コントローラ100によって制御される。

【0024】

モジュール2は、ウェハWをエッチング処理するプロセスチャンバ4と、プロセスチャンバ4への搬送空間を構成するロードロック室5と、を備える。

【0025】

プロセスチャンバ4とロードロック室5との間はゲートバルブGVによって隔てられている。ロードロック室5の内部には、プロセスチャンバ4との間でウェハWの受け渡しを行う、例えば、スカラ型シングルピックタイプの第1搬送機構6が設けられている。また、ロードロック室5の内部には、未処理の、および、処理済みのウェハWがそれぞれ一旦保持される第1および第2のバッファ7、8が設けられている。

【0026】

図2に、プロセスチャンバ4の構成を示す。図2に示すように、プロセスチャンバ4は、略円筒状の処理容器21を備える。処理容器21は、例えば、表面がアルマイト処理（陽極酸化処理）されたアルミニウムから構成されている。また、処理容器21は接地されている。

【0027】

処理容器21の底部には排気口22が設けられている。排気口22は、図示しない排気装置に接続され、処理容器21内を所定の真空雰囲気中に排気する。

【0028】

処理容器21の側壁にはゲート23が設けられている。ゲート23は、ゲートバルブGVによって気密に開閉され、ゲートバルブGVの開放状態で、処理容器21と隣接するロードロック室5との間でのウェハWが搬送される。

【0029】

処理容器21の内部中央には、アルミニウム等の導電性材料から構成される、円盤状のサセプタ24が配置されている。サセプタ24は、第1の整合器25を介して第1の高周波電源26に接続され、高周波電力を印加可能に構成されている。下部電極としてのサセプタ24に所定の周波数を印加することにより、エッチング活性種を効率的に集められるなどの効果が得られる。

【0030】

サセプタ24の上には静電チャック27が配置されている。静電チャック27は、直流電源28に接続された円盤状の金属薄板が、セラミック等の絶縁材料に被覆されて構成されている。静電チャック27の上にはウェハWが載置され、直

流電源 28 からの直流電圧の印加に応じて、ウェハ W は静電気力によって静電チャック 27 に吸着される。

【0031】

また、サセプタ 24 の上面の周縁には、静電チャック 27 の外周を包囲するように、シリコン、石英等から構成されるフォーカスリング 29 が設けられている。フォーカスリング 29 は導電材料や絶縁材料から構成され、ウェハ W に反応性イオンを均一にかつ効果的に入射させる。

【0032】

サセプタ 24 は、略円柱状のサセプタ支持台 30 上に支持されている。サセプタ支持台 30 は、処理容器 21 の底部を貫通するシャフト 31 に固定されている。シャフト 31 は、図示しない昇降機構に接続され、サセプタ 24 等とともに昇降可能に構成されている。

【0033】

また、サセプタ支持台 30 の底部と、処理容器 21 の底部と、は、伸縮自在なベローズ 32 によって接続されており、サセプタ支持台 30 の昇降動作時にも、処理容器 21 内部の気密性が保持される構成となっている。

【0034】

サセプタ支持台 30 の内部には、冷媒流路 33 が設けられている。冷媒流路 33 には冷媒が循環して通流され、サセプタ支持台 30 およびその周辺は所定の温度に維持される。

また、ウェハ W の受け渡し用のリフトピン（図示せず）が、サセプタ 24 及び静電チャック 27 を貫通して昇降可能に設けられている。

【0035】

処理容器 21 の天井部には、シャワーヘッド 34 が設けられている。シャワーヘッド 34 は、絶縁体 35 によって処理容器 21 から絶縁されている。シャワーヘッド 34 は、バルブ V およびマスフローコントローラ（MFC）を介してガス源 36 に接続されている。シャワーヘッド 34 には、ガス源 36 から、フルオロカーボンガス（ C_xF_y ）と不活性ガス（ Ar 等）、及び酸素などの添加ガスを含んだ混合ガス（エッチングガス）が所定の流量で供給される。なお、フルオロ

カーボンガスと不活性ガスと添加ガスとを個別に供給するようにしてもよい。

【0036】

シャワーヘッド34には、電極板37が取り付けられている。電極板37は、円板状に構成され、アルミニウム等から構成される。電極板37は、シャワーヘッド34内部の中空と連通する多数のガス孔37aを有する。シャワーヘッド34に供給されたガスは、中空中で拡散された後、多数のガス孔37aから処理容器21内に均一に供給される。

【0037】

電極板37は、第2の整合器38を介して第2の高周波電源39に接続され、高周波電力が印加可能に構成されている。電極板37は、下部電極を構成するサセプタ24と略平行に対向するように配置され、いわゆる平行平板型プラズマ生成機構の上部電極を構成する。

【0038】

処理時には、例えば、処理容器21内を処理用ガスで所定の真空度を維持した状態で、サセプタ24に2MHzの第1の高周波電力が印加され、電極板37に60MHzの高周波電力が印加される。このとき、電極板37への高周波電力の印加により、サセプタ24と電極板37との間に処理用ガスのプラズマが生成する。また、サセプタ24への高周波電力の印加により、サセプタ24上のウエハWに対して、プラズマ中のイオン等の粒子が引き込まれ、反応性イオンエッチングが行われる。

【0039】

処理容器21の側壁には、石英などの光透過性材料から構成される窓40が設けられている。窓40の外方には、終点検出部41が設けられている。終点検出部41は、処理容器21内で発生したプラズマの発光を窓40を介して受け取り、その発光強度からエッチングの終点を検出する。

【0040】

終点検出部41は、集光レンズ42と、分光器43と、検出器44と、判定部45と、を備える。

【0041】

集光レンズ 42 は、窓 40 の近傍に配置され、チャンバの内部から発光されたプラズマ発光光を集め、光ファイバ 46 に導く。

分光器 43 は、光ファイバ 46 の一端に接続され、これを通過した発光光を所定の波長スペクトルに分光する。

検出器 44 は、光電変換器等から構成され、分光器 43 によって分光された反射光を検出し、アナログ信号として出力する。検出器 44 から出力された信号は、図示しない増幅器によって増幅された後、図示しない A/D 変換器によってデジタル信号に変換される。

判定部 45 は、所定波長域光の強度をモニタしてその変化を捉え、必要に応じて適当な演算を行ない、エッチングの終点を判定する。

【0042】

ここで、上記構成のプロセスチャンバ 4 における処理について説明する。まず、ウェハ W がゲート 23 から処理容器 21 内部に搬入され、サセプタ 24 上に載置される。ウェハ W は、静電チャック 27 への直流電圧の印加により固定される。ウェハ W の搬入後、ゲートバルブ G V が閉鎖され、処理容器 21 内は所定の真空度（プロセス圧力）まで減圧される。

【0043】

次いで、シャワーヘッド 34 からエッチングガスが、所定の流量で処理容器 21 内に導入される。また、このとき、電極板 37 及びサセプタ 24 にそれぞれ高周波電力が印加される。これにより、処理容器 21 内にエッチングガスのプラズマが生成し、ウェハ W の表面近傍にエッチング活性種が集まる。フルオロカーボンのイオンやラジカルといったエッチング活性種が、ウェハ W 表面のマスクされたシリコン酸化膜をエッチングする。

【0044】

エッチングは、主に、シリコン酸化物がフルオロカーボンと反応して、シリコンフッ化物、一酸化炭素等として除去されることによって進行する。終点検出部 41 は、エッチング時のこれらの反応生成物の発光強度をモニタし、エッチングの終点を検出する。

【0045】

終点検出部 41 は、例えば、一酸化炭素の発光強度をモニタしている。エッチングが終点に達し、反応生成物である一酸化炭素が発生しなくなると、その発光強度は減少する。終点検出部 41 は、この減少を捉えて、エッチングの終点を検出する。

【0046】

終点検出部 41 がエッチングの終点を検出すると、コントローラ 100 は、高周波電力の印加を停止し、エッチングガスの供給を停止する。次いで、窒素などの不活性ガスでパージしながら、処理容器 21 内の圧力を元に戻し、静電チャック 27 への直流電圧の印加を停止し、ウェハ W の固定を解除する。その後、ゲートバルブ G V が開放され、ウェハ W は搬出される。以上で、プロセスチャンバ 4 における処理は終了する。

【0047】

図 1 に戻り、搬送チャンバ 3 は矩形状に構成され、その一側面に、複数、例えば、2 つのモジュール 2 が取り付けられている。各モジュール 2 においては、上記処理がそれぞれ並行して行われる。モジュール 2 は、ロードロック室 5 のプロセスチャンバ 4 と反対側の一端にてゲートバルブ G V を介して接続されている。このように、モジュール 2 は、搬送チャンバ 3 に対して着脱可能に取り付けられている。

【0048】

搬送チャンバ 3 の他側面には、図示しない窓が設けられ、その近傍にはカセットステージ 9 が設けられている。カセットステージ 9 には、複数枚の、例えば、25 枚のウェハ W を収容可能なカセット C が複数載置される。カセット C には、未処理の、又は、処理済みのウェハ W が収容される。

【0049】

ここで、カセット C に収容されたウェハ W の表面には、例えば、図 3 に示すような、シリコン酸化膜等の絶縁膜 L が形成され、その上にパターニングされたレジスト R が形成されている。レジスト R は、所定のパターン（例えば、グレーチング形状）で形成されている。プロセスチャンバ 4 においては、レジスト R をマスクとして、絶縁膜 L のエッチングが行われる。

【0050】

図1に戻り、搬送チャンバ3の内部には、ウェハWを搬送するための、例えば、スカラ型デュアルアームタイプの第2搬送機構10が設けられている。第2搬送機構10は、搬送チャンバ3の長手方向に移動可能に設けられている。

【0051】

搬送チャンバ3の一端部には、プリアラインメントステージ11が設けられている。プリアラインメントステージ11において、処理前のウェハWはプリアラインメントされる。

【0052】

搬送チャンバ3の内部は、例えば、大気圧下に設定され、清浄空気、窒素ガス等のダウンフローが形成されている。

【0053】

搬送チャンバ3の他端部には、形状測定ユニット12が設けられている。形状測定ユニット12において、ウェハWの表面状態が測定され、ウェハW表面の形状に関する情報が取得される。

【0054】

形状測定ユニット12では、エリプソメトリ法を用いた光学的手法によって、ウェハWの表面形状を測定する。図4に、形状測定ユニット12の概略構成をしめす。

【0055】

図4に示すように、形状測定ユニット12は、一般的なエリプソメータの構成を有し、光源51と、偏光子52と、補償板53と、検光子54と、検出器55と、を備える。

【0056】

光源51は、単色平行光、例えば、ヘリウム-ネオンレーザ光をウェハWの表面に対して所定の角度で入射させる。なお、超高圧水銀灯またはキセノンランプを光源として、コリメータおよびフィルタを通して、単色平行光を得るようにしてもよい。

【0057】

偏光子 52 は、光源 51 から出射された平行光束を完全直線偏光とする。偏光子 52 を通過した直線偏光は、ウェハ W の表面に照射される。ウェハ W の表面において反射された光は、その偏光状態が変化し、一般に楕円偏光となる。

【0058】

補償板 53 は、 $1/4$ 波長板等から構成され、ウェハ W から反射される光の光路上に配置される。補償板 53 は、これを通る楕円偏光を直線偏光に変換する。

検光子 54 は、補償板 53 を通った直線偏光を消光する。

検出器 55 は、フォトダイオード等から構成され、検光子 54 を通過した光を検出する。

【0059】

検出器 55 は、図示しない増幅器、A/D コンバータ等を介してコントローラ 100 に接続される。検出器が検出した検出信号（出力信号）は、デジタル化されて、コントローラ 100 に送られる。

【0060】

コントローラ 100 は、エリプソメトリ法に基づき、反射光における偏光状態の変化から、ウェハ W の表面形状についての光学的情報を取得する。コントローラ 100 は、受け取った測定結果に基づいて、後述するように、処理装置 1 の連続処理動作を制御する。

【0061】

以下、上記のように構成された処理装置 1 の動作について説明する。なお、以下に示す動作は一例であり、同様の結果が得られるものであればどのようなものであってもよい。

【0062】

図 6 に、本実施の形態にかかる処理装置 1 の処理動作のフローを示す。

まず、第 2 搬送機構 10 が、カセットステージ 9 上に載置されたカセット C から、未処理のウェハ W を一枚取り出し、搬送チャンバ 3 内に搬入する。第 2 搬送機構 10 は、ウェハ W を、プリアライメントステージ 11 にてプリアラインメントした後、ロードロック室 5 内の第 1 バッファ 7 に保持させる。

【0063】

第2搬送機構10が退出した後、ロードロック室5と搬送チャンバ3とを隔てるゲートバルブGVが閉鎖され、ロードロック室5内は、所定の減圧雰囲気とされる。その後、ロードロック室5とプロセスチャンバ4とを隔てるゲートバルブGVが開放された後、第1搬送機構6が第1のバッファ7に保持されたウェハWをプロセスチャンバ4内に搬入する（ステップS11）。第1搬送機構6の退出後、ゲートバルブGVは閉鎖される。

【0064】

プロセスチャンバ4内において、上述したように、ウェハWの表面の絶縁膜のエッチングが行われる（ステップS12）。エッチング処理の終了後、ゲートバルブGVが開放され、第1搬送機構6がプロセスチャンバ4からウェハWを搬出し、ロードロック室5の第2のバッファ8に保持させる。プロセスチャンバ4と隔てるゲートバルブGVの閉鎖後、ロードロック室5内が常圧程度に戻された後、搬送チャンバ3とを隔てるゲートバルブGVが開放される。

【0065】

次いで、第2搬送機構10が第2のバッファ8に保持されたウェハWを搬送チャンバ3に搬出し、形状測定ユニット12内の所定の位置に配置する。形状測定ユニット12において、上述したようにエリプソメトリ法により、ウェハWの表面形状が測定される（ステップS13）。測定の後、ウェハWは、第2搬送機構10によって、カセットステージ9上のカセットCに収容される（ステップS14）。

【0066】

コントローラ100は、形状測定ユニット12から測定結果（光学的情報）を受け取り、ウェハWの良／不良を判別する（ステップS15）。コントローラ100は、例えば、以下のように、内部あるいは外部のメモリ等に格納されたライブラリを参照して判別する。

【0067】

ライブラリには、表面形状が示す光学的情報に対応する、例えば、図5に示すような断面形状（プロファイル）データが格納されている。エリプソメトリ法によれば、微細な形状変化を高精度に検出することが可能であり、所定の表面形状

と、それが示す光学的情報とは、ほぼ、1対1に対応する。従って、種々の光学的情報に対応する断面形状データのライブラリを、図5に示すように構築しておくことにより、測定されたウェハWの表面形状を知ることができる。

【0068】

コントローラ100は、例えば、ウェハWが良品として許容される形状データが格納された基準ライブラリを備え、測定された形状データを基準ライブラリのデータと照合する。測定された形状が基準ライブラリのデータと一致するものがない場合（許容範囲内に無い場合）、ウェハWは不良であると判別される。

【0069】

勿論、形状測定ユニット12から送られた光学的情報が、ライブラリの形状データと一致するものがない場合（実際の形状が予想される形状と大きく異なっている場合など）にも、不良と判別される。

【0070】

不良と判定したとき、さらにコントローラ100は、不良の判定がn回連続したものであるかを判定する（ステップS16）。ここで、nは2以上の整数であり、従って、一度だけ不良と判定した場合には、コントローラ100は処理を停止しない。コントローラ100は、例えば、連続して不良と判定するごとにこれをカウントする。ここで、例えば、コントローラ100は、カセットC毎に連続回数をカウントする。

【0071】

コントローラ100は、不良の判定がn回連続していなければステップS11に戻って、処理を継続する。逆に、コントローラ100は、不良の判定がn回連続していると判定したときに処理を停止する。このとき、コントローラ100は、カウントした値をリセットする。処理の停止の後、不良の具合に応じてプロセスチャンバ4のみ又は装置全体が大気雰囲気に戻され、作業員によって、装置の点検、修理等が行われる。

【0072】

このように、本実施の形態では、コントローラ100は、一度不良と判定されただけでは停止せず、不良判定が連続した場合にのみ、処理を停止する。従って

、終点検出器 41、形状測定ユニット 12 等のセンサが、測定環境の「ゆらぎ」によってエラーの測定をすることにより、連続性の低い異常処理が行われた場合に、処理が停止されることは避けられ、生産性の向上が図れる。

【0073】

処理を停止して点検等を行うには、内部雰囲気は大気雰囲気とし、再び、真空雰囲気に戻すなど、多くの時間と手間を要する。しかし、上記のような連続性の低い異常処理が発生した場合に、処理を停止することは非効率的であり、また、点検等を行っても異常が故障等を原因とするものではなく、全く無駄となる。

【0074】

また、大気温度等の環境の変化により、同一のレシピで処理を行っても異常な処理が行われる場合にも同様のことがいえる。このような異常処理は、通常連続する可能性が低く、外部から対処可能であり、処理を停止して時間と手間のかかる点検作業を行うことは、非効率的であり、また、無駄である。

【0075】

勿論、実際に内部に故障等が発生している場合には、不良の判定が連続することとなり、処理は停止される。この場合の損失は、 n 枚のウェハ W 及びこれらの処理に要する時間だけである。

【0076】

このように、処理異常が発生したときに、その連続性を確認した上で処理を停止する本実施の形態によれば、検査等のための無駄な停止時間と手間とを排除することができ、高い生産性の実現が可能となる。

【0077】

上記実施の形態において、下記変形例 1～4 に示すような変形も可能である。

(変形例 1)

上記実施の形態では、 n 回連続して異常と判別されたときに、処理を停止するものとした。しかし、処理の停止の前に、さらに、形状測定ユニット 12 による測定が正常であるかを確認するようにしてもよい。図 7 に、この場合の動作フローの一例を示す。

【0078】

図7に示すように、ステップS16にて不良が n 回連続していると判定されたとき、不良と判別されていない処理済みウェハWについて、再測定を行う。すなわち、まず、 $(n+1)$ 個以上前に処理し、良と判定されたウェハWを搬送チャンバ3内に再び搬入する(ステップS17)。搬入されたウェハWについて、形状測定ユニット12によって再び表面形状の測定が行われる(ステップS18)。測定の後、ウェハWは、搬送チャンバ3から搬出され、カセットCに收容される(ステップS19)。

【0079】

コントローラ100は、再測定に基づいてウェハWの良／不良を判定する(ステップS20)。その後、処理は停止される。

【0080】

ここで、再測定において良と判定したとき、形状測定ユニット12の測定が正常に行われていることが確認される。これにより、作業員は、プロセスチャンバ4において何らかの異常が発生している可能性があると考えることができ、形状測定ユニット12の点検を省いて作業することができる。

【0081】

一方で、不良と判定したとき、先ほどとは異なる判定結果が得られていることから、形状測定ユニット12に何らかの異常が発生している可能性が考えられる。この場合、作業員は、装置内の真空雰囲気を解除せず、まず、装置の外部に取り付けられた形状測定ユニット12を点検する。点検により形状測定ユニット12に異常が発見された場合には、これを修理、交換等すればよい。このように、装置の外部において作業が終了するため、簡単に、短時間での復旧が可能となり、生産性の向上が図れる。

【0082】

(変形例2)

上記実施の形態では、 n 回連続して不良と判定されたときに処理が停止されるものとした。しかし、重い不良が検出された時点で、 n 回連続するのを待つことなく処理を停止するようにしてもよい。

【0083】

この場合の動作フローの一例を図 8 に示す。

図 8 に示すように、コントローラ 100 は、ステップ S 15 にて不良と判定されたとき、不良のレベルが所定レベル以上であるかを判定する（ステップ S 15 a）。コントローラ 100 は、例えば、形状測定ユニット 12 の測定に基づいてライブラリから読み出された形状と、予め設定された基準形状と、を、例えば、重畳させて比較する。コントローラ 100 は、測定形状が基準形状からどの程度外れているかを判定する。測定形状が基準形状から、所定レベル以上外れているとき、コントローラ 100 は、n 回不良判定が連続していなくとも、即時に処理を停止する。

【0084】

「ゆらぎ」等による検出エラーに基づく不良は、通常、軽いものと予想される。このことから、上記のように、不良の軽重を判定し、軽い不良のときには処理を継続し、重い不良のときに処理を停止することにより、深刻となり得る異常に迅速に対応することができる。

【0085】

（変形例 3）

上記実施の形態では、不良判定が連続した場合に処理を停止するものとしたが、処理を止めることなく、プロセスチャンバ 4 における処理条件を変更するようにしてもよい。

【0086】

この場合の動作フローの一例を図 9 に示す。図 9 に示すように、ステップ S 16 にて n 回連続して不良と判定したとき、コントローラ 100 は、プロセスチャンバ 4 における処理条件を変更する（ステップ S 17 a）。処理条件の変更は、例えば、プロセス温度、印加パワー、ガス流量等の装置パラメータやレシピの変更によって行われる。例えば、コントローラ 100 が、異常発生時に装置パラメータを最適化するプログラムを設けるようにしてもよい。

【0087】

このようなプロセス変更は、例えば、一旦停止した装置の立上げの際に有効である。すなわち、装置の立上げ時に、装置の設置環境（温度等）によって、同一

のレシピで処理を行っても同一の結果が得られず、このため、異常な処理が行われる場合がある。このような場合に、処理を止めることなく、プロセス条件を変更することにより、装置の稼働を停止するという無駄を排除して対処することが可能となる。

【0088】

(変形例 4)

上記実施の形態では、処理装置 1 の何らかの異常を検出するものとした。しかし、その前の工程、すなわち、レジストマスクの形成工程における異常を検出する構成も可能である。

【0089】

この場合のフローの一例を図 10 に示す。図 10 において、ステップ S 31～S 34 までは、上記ステップ S 11～S 14 と同じである。ステップ S 35 において、ウェハ W が不良であると判別されたとき、搬送チャンバ 3 内に新たに未処理のウェハ W が搬入される (ステップ S 36)。次いで、通常の処理と異なり、ウェハ W は形状測定ユニット 12 に送られ、測定される (ステップ S 37)。

【0090】

コントローラ 100 は、処理前のウェハ W の表面形状についても、図 5 に示すようなライブラリを有しており、ライブラリを参照して形状測定ユニット 12 から得られた光学的情報から表面形状情報を得る。コントローラ 100 は、上述した処理後のウェハ W に対してするのと同様に、良／不良の判別を行う (ステップ S 38)。

【0091】

搬入されたウェハ W が良品と判別された場合、次いで、ステップ S 35 における不良の判定が n 回連続しているかどうかを、上記と同様に判別する (ステップ S 39)。この場合、搬入されたウェハ W には異常がなく、従って、前の工程 (レジストマスクの形成) における異常発生の可能性は排除される。従って、今回の異常は、エッチング工程において発生していることが考えられ、上記と同様に、その異常発生の連続回数を判別する。異常が n 回連続していない場合には、ステップ S 32 に戻って処理を継続し、n 回連続していない場合には、ウェハ W を

搬出して（ステップ S 40）、処理を停止する。

【0092】

一方、ステップ S 38において、ウェハ W が不良と判別された場合には、ウェハ W を搬出して（ステップ S 40）、処理を停止する。この場合、前の工程において異常が発生していることが考えられ、処理の継続は無駄である。

【0093】

このように、処理後だけでなく、処理前のウェハ W についても、その良／不良を判別することにより、異常の発生時点をより特定でき、効率的な復旧作業等による生産性の向上が可能となる。

【0094】

また、上記変形例 1～4 を組み合わせてもよい。

【0095】

また、上記実施の形態及び変形例 1～4 に示す処理動作を、作業員が選択指示するようにしてもよい。例えば、作業員は、処理の開始時に、回数 n を入力し、また、上記実施の形態および変形例 1～4 に示すような動作のいずれかを選択入力し、或いは、コントローラ 100 は、n 回連続して不良と判定したときに、一旦処理を止め、作業員にアラームを発し、作業員による動作の選択入力を待つようにしてもよい。

【0096】

さらにまた、上記実施の形態において、終点検出器 41 による測定（終点検出）についても、形状測定ユニット 12 におけるのと同様の処理を行うようにしてもよい。例えば、変形例 4 において、終点検出器 41 が、何回試行しても所定波長域光を観測できないなど、終点を検出できない場合には、不良（あるいは異常）の判定をし、これが n 回連続した場合に、形状測定ユニット 12 に処理前のウェハ W を送り、良／不良の判定をするようにしてもよい。この場合にも、処理装置 1 の異常であるのか、処理されるウェハ W の問題であるのか、をより限定できる。

【0097】

上記実施の形態では、光学的手法により、終点検出およびウェハ W の表面測定

を行うものとした。しかし、測定方法は、上記例に限られない。例えば、処理に応じて、ウェハWの良／不良をSEMや電気的手法によって判別するようにしてもよい。

【0098】

上記実施の形態では、コントローラ100が、ライブラリを参照して取得した光学的情報に対応する形状データを読み出すものとした。しかし、このような解析動作を独立に行う、CPU、メモリ等を備えた制御部を、形状測定ユニット12とコントローラ100との間に設けるようにしてもよい。

【0099】

また、上記実施の形態では、エッチング装置を例として説明した。しかし、エッチング装置に限らず、成膜装置、アニール装置、熱処理装置、拡散装置、露光前後処理装置等、いかなる装置にも本発明は適用可能である。

【0100】

以下、本発明を熱酸化装置に適用した例について説明する。熱酸化装置を構成する処理装置1の構成を図11に示す。理解を容易なものとするため、図11において、図1と同様の構成には同一の符号を付し、説明を省略する。

【0101】

図に示す処理装置1は、搬送チャンバ3に複数のプロセスチャンバ4がクラスタリングされた構成を有する。なお、図に示す構成において、カセットCは、気密に減圧可能なカセットチャンバ13に收容されている。また、プロセスチャンバ4内では、熱酸化により、ウェハWの表面にシリコン酸化膜が形成される。

【0102】

搬送チャンバ3には、プロセスチャンバ4にて成膜された膜の厚さを測定する膜厚測定ユニット14が設けられている。膜厚測定ユニット14は、例えば、図12に示すように、搬送チャンバ3の天井上の、搬送機構15によって所定の測定位置に保持されたウェハWに投光し、または、ウェハWから受光可能な位置に配置されている。

【0103】

膜厚測定ユニット14の構成を図13に示す、図13に示すように、膜厚測定

ユニット 14 は、光源 60 と、レンズ 61 と、ビームスプリッタ 62 と、分光器 63 と、検出器 64 と、算出部 65 と、を備える。

【0104】

光源 60 は、所定波長域光を発振する。

レンズ 61 は、光源 60 からウェハ W に至る光路上に設けられている。光源 60 からの光は、レンズ 61 を通過することにより、平行光または集光光とされ、ウェハ W の表面所定位置に照射される。

【0105】

照射された光は、ウェハ W の表面で反射され、レンズ 61 によって集光される。この反射光は、酸化膜の表面より反射された光と、酸化膜の下方界面より反射された光と、の干渉光から構成される。

【0106】

ビームスプリッタ 62 は、レンズ 61 を通過した反射光の光路上に設けられている。反射光は、ビームスプリッタ 62 によって分割され、光ファイバ 66 に導かれる。

分光器 63 は、光ファイバ 66 の一端に接続され、これを通過した反射光を、所定の波長スペクトルに分光する。

検出器 64 は、光電変換器等から構成され、分光器 63 によって分光された反射光を検出し、アナログ信号として出力する。検出器 64 から出力された信号は、図示しない増幅器によって増幅された後、図示しない A/D 変換器によってデジタル信号に変換される。

【0107】

算出部 65 は、この干渉した反射光を示すデジタル信号を入力とし、これに基づいて膜厚を求める。算出部 65 は、この信号を所定の波形解析方法（例えば、最大エントロピー法）を用いて、干渉波形の周波数解析を行う。算出部 65 は、干渉波の周波数分布に基づいて膜厚を算出する。

【0108】

コントローラ 100 は、例えば、測定された膜厚と所定値との差分をとり、差分が所定範囲内にあるかどうかを判別する。差分が所定範囲内にある場合、ウェ

ハWは良と判定され、所定範囲外にある場合には不良と判定される。コントローラ100は、良と判定したとき、処理を継続する。

【0109】

上記構成の熱酸化装置についても、上記実施の形態および変形例1～4に示すように動作させることにより、生産性の高い処理が可能となる。

【0110】

上記例ではウェハWを処理する場合について説明したが、液晶表示基板等の他のいかなる物品を処理する場合にも適用可能である。

また、勿論、本発明は、処理状態の検査を行いつつ、連続的に処理を行うすべての処理装置に適用可能である。

【0111】

本発明に係る処理方法は、専用のシステムを構成することなく、通常のコンピュータを用いて実現することができる。例えば、コンピュータに上述の動作を実行するためのプログラムを格納した媒体（フレキシブルディスク、CD-ROM、DVD-ROM等）から該プログラムをインストールすることにより、上述の処理を実行することができる。インストールによって、当該プログラムは、コンピュータ内のハードディスク等の媒体に格納されて、実行に供される。

【0112】

また、コンピュータにプログラムを供給するための媒体は、狭義の記憶媒体に限らず、通信回線、通信ネットワーク及び通信システムのように、一時的且つ流動的にプログラム等の情報を保持する通信媒体等を含む広義の記憶媒体であってもよい。

【0113】

例えば、インターネット等の通信ネットワーク上に設けたFTP（File Transfer Protocol）サーバに当該プログラムを登録し、FTPクライアントにネットワークを介して配信してもよく、通信ネットワークの電子掲示板（BBS：Bulletin Board System）等に該プログラムを登録し、これをネットワークを介して配信してもよい。そして、このプログラムを起動し、OS（Operating System）の制御下において実行することにより、上述の処理を達成することができる。さ

らに、通信ネットワークを介してプログラムを転送しながら起動実行することによっても、上述の処理を達成することができる。

【0114】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、生産性の高い処理方法および処理装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の形態に係る処理装置の構成を示す図である。

【図2】

図1に示すプロセスチャンバの構成を示す図である。

【図3】

ウェハ表面の様子を示す図である。

【図4】

表面形状測定ユニットの構成を示す図である。

【図5】

ライブラリの構成例を示す図である。

【図6】

動作フローを示す図である。

【図7】

動作フローの変形例を示す図である。

【図8】

動作フローの変形例を示す図である。

【図9】

動作フローの変形例を示す図である。

【図10】

動作フローの変形例を示す図である。

【図11】

熱酸化装置の構成を示す図である。

【図 12】

熱酸化装置の側断面を示す図である。

【図 13】

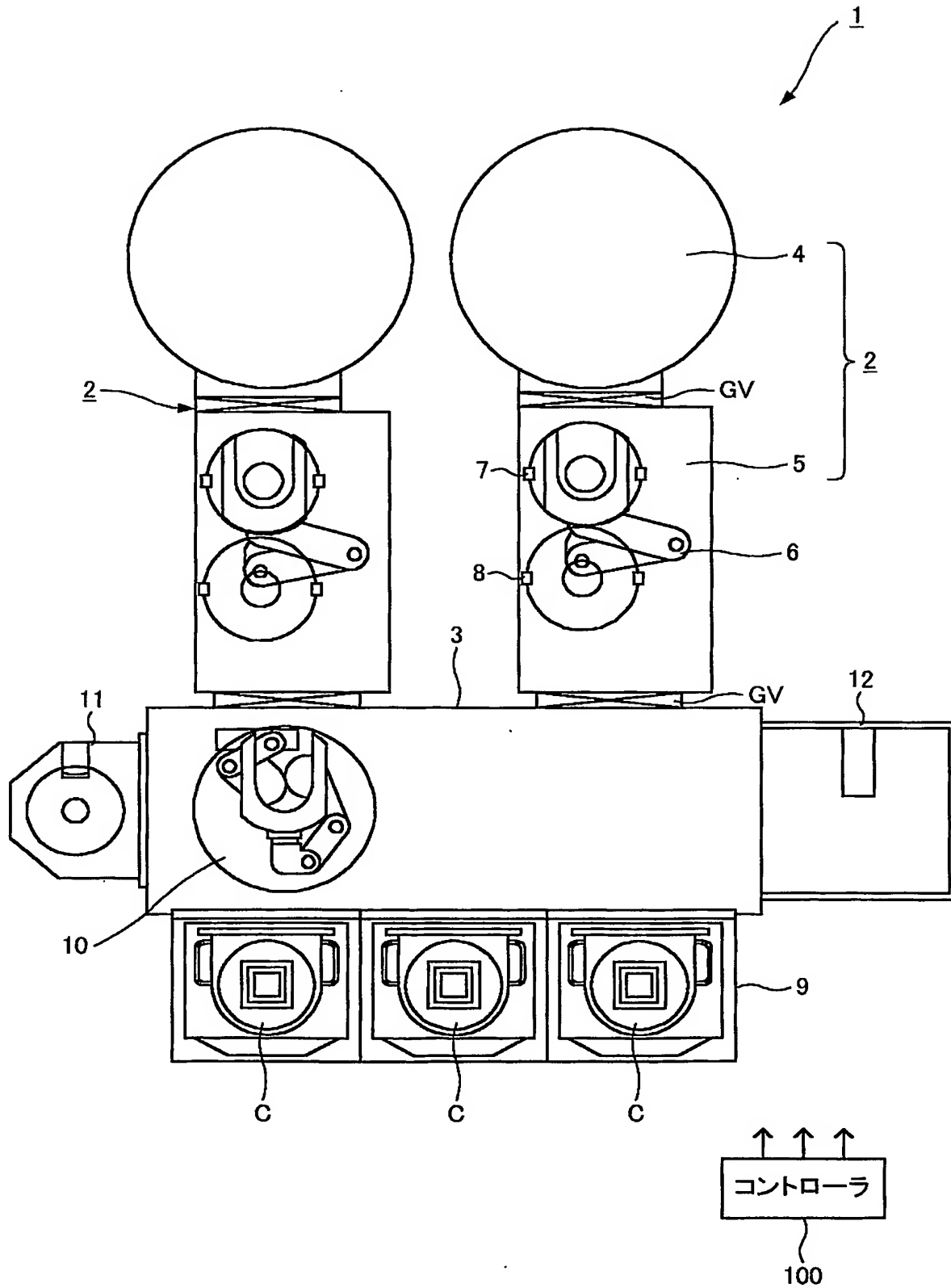
膜厚測定ユニットの構成を示す図である。

【符号の説明】

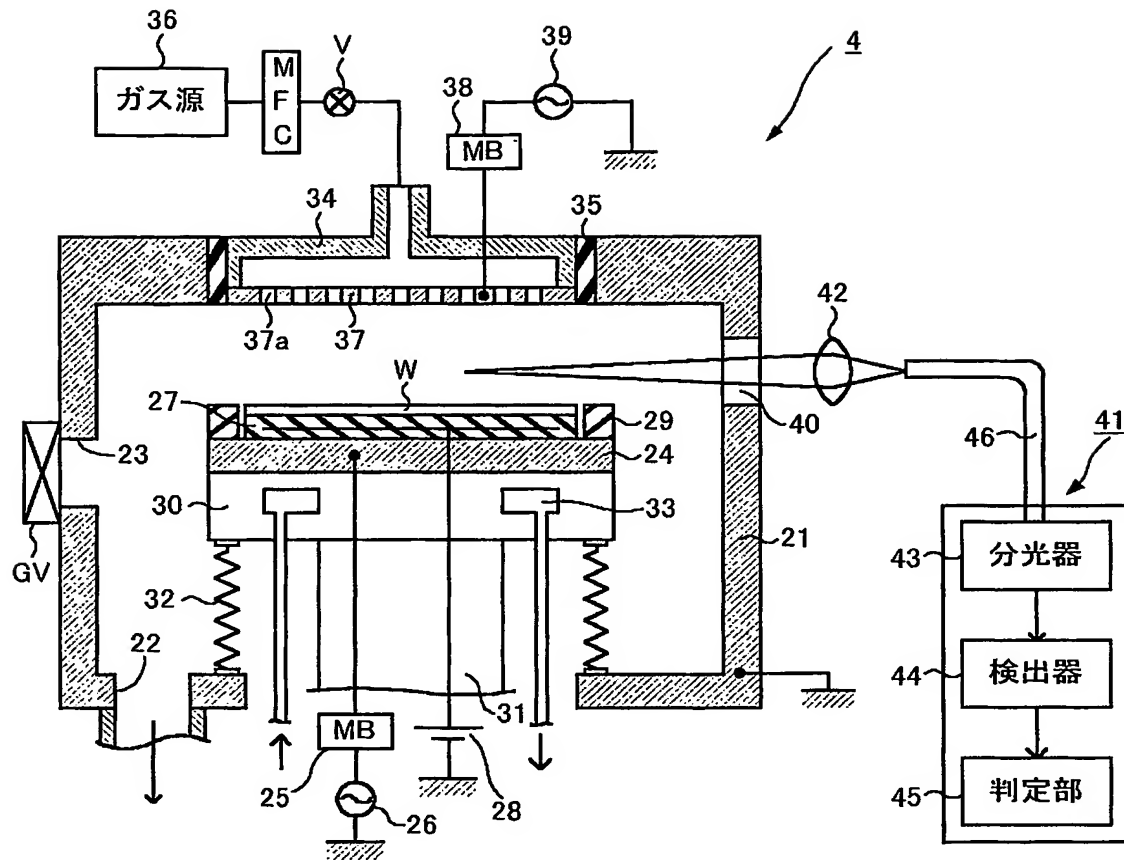
- 1 処理装置
- 2 モジュール
- 3 搬送チャンバ
- 4 プロセスチャンバ
- 12 形状測定ユニット

【書類名】 図面

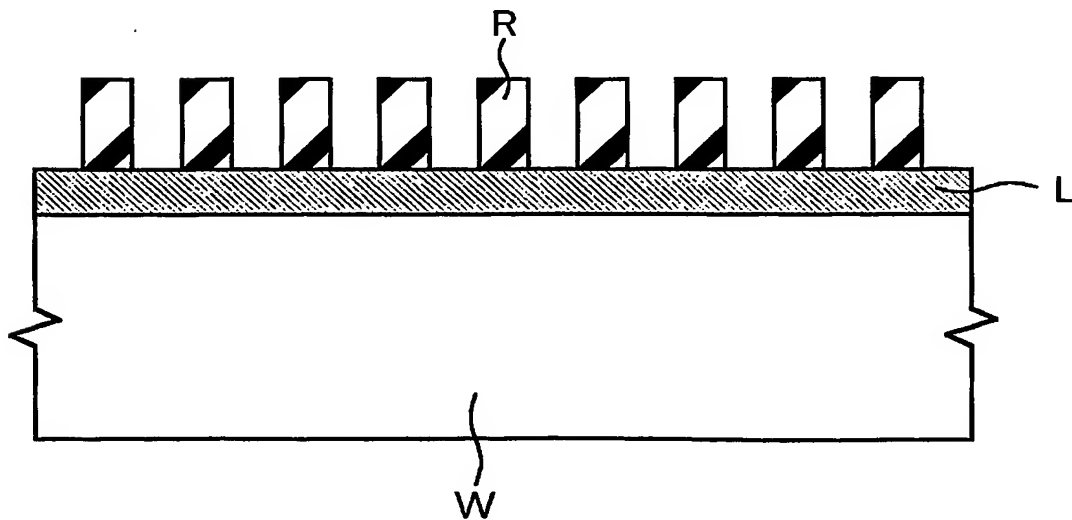
【図 1】



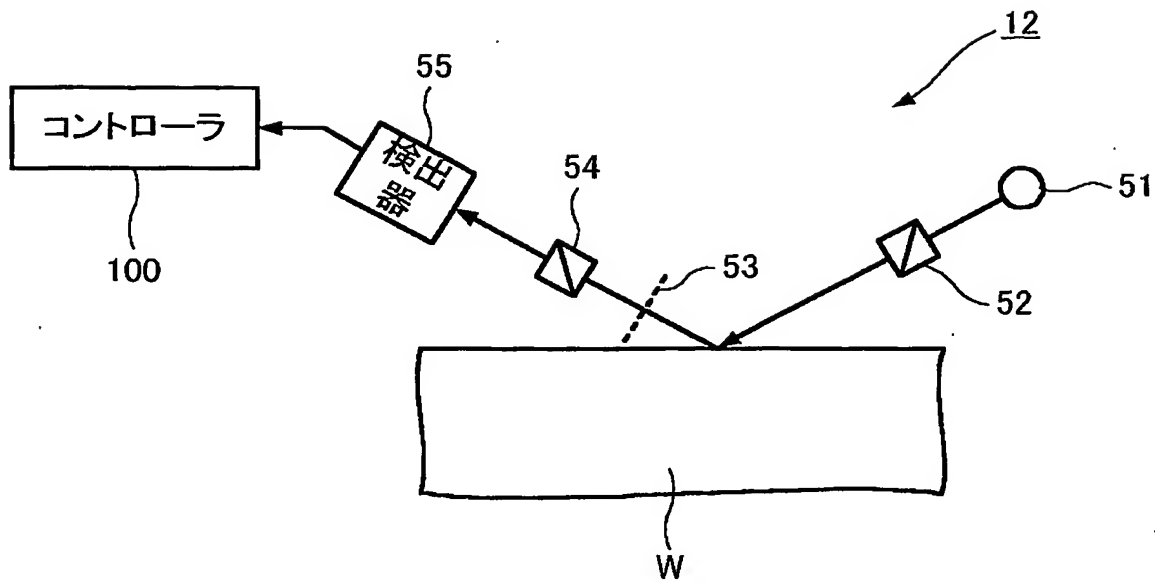
【図 2】



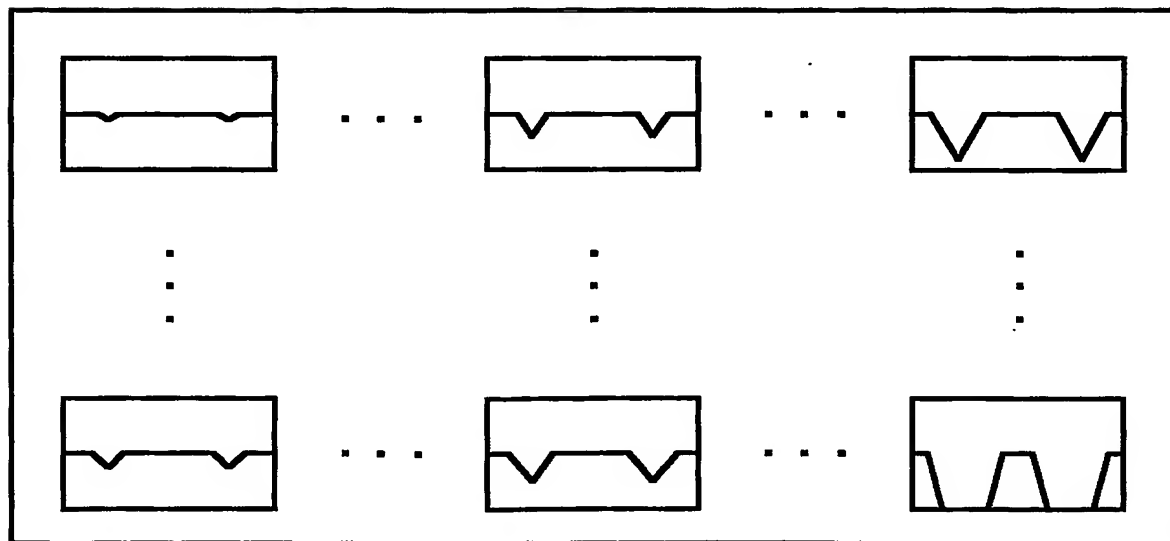
【図 3】



【図 4】

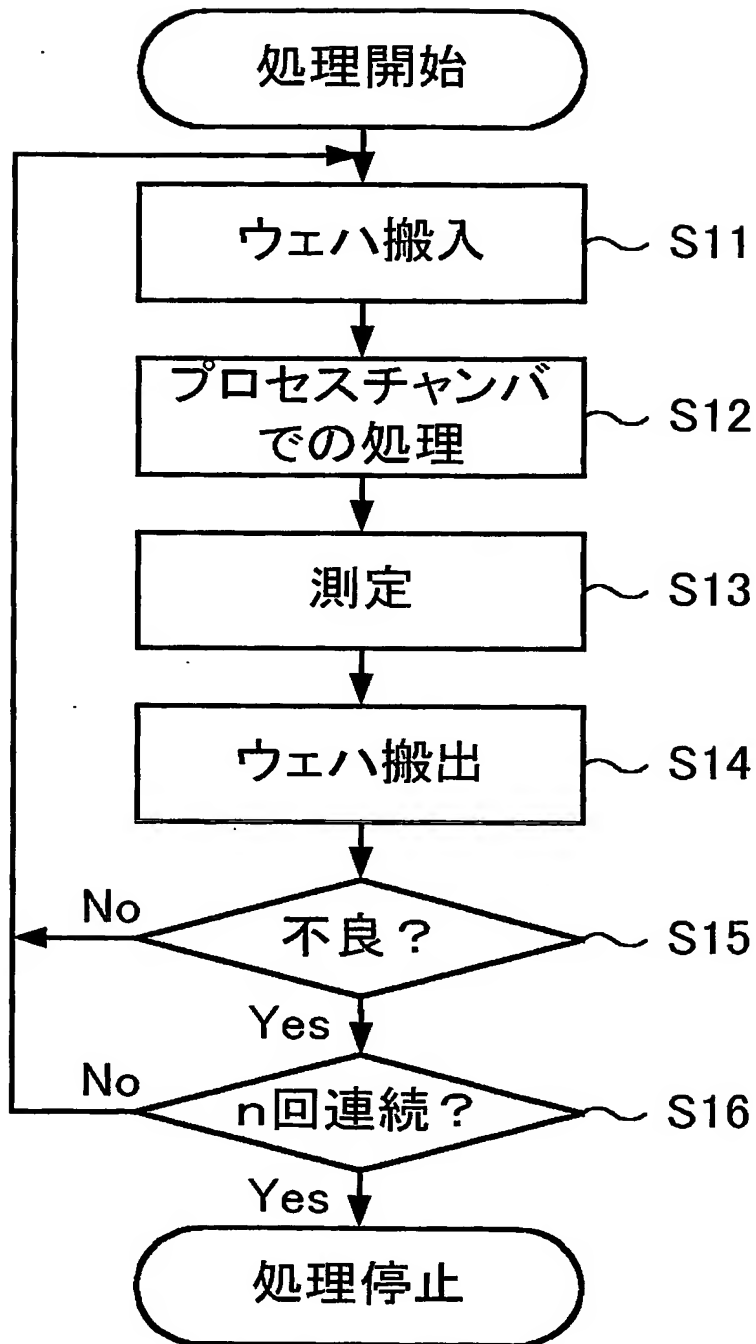


【図 5】

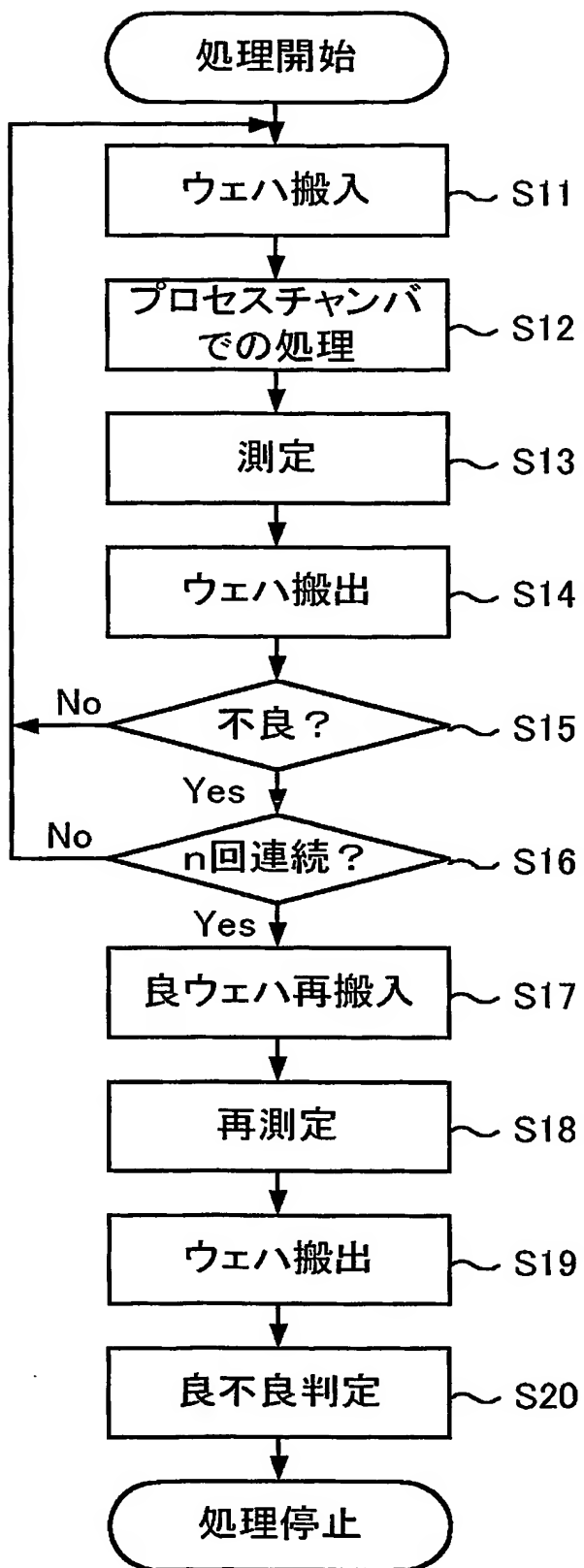


ライブラリ

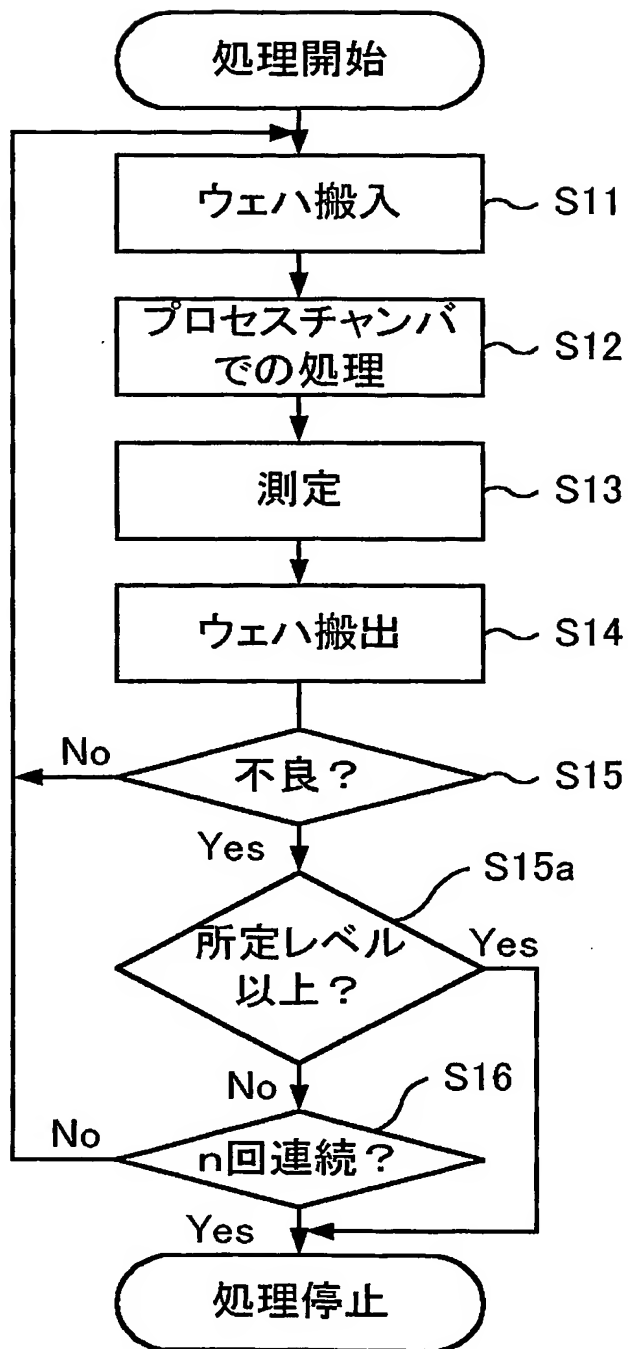
【図 6】



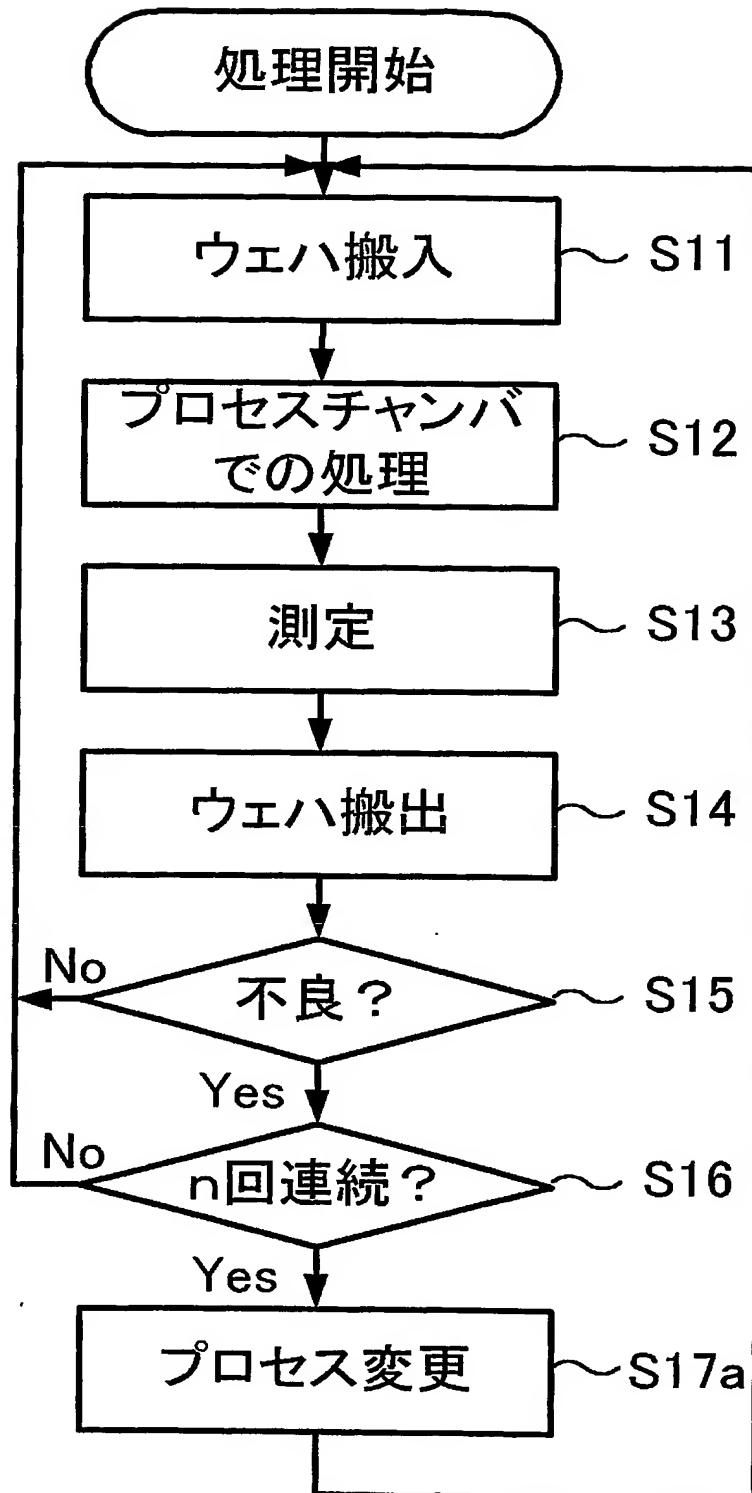
【図 7】



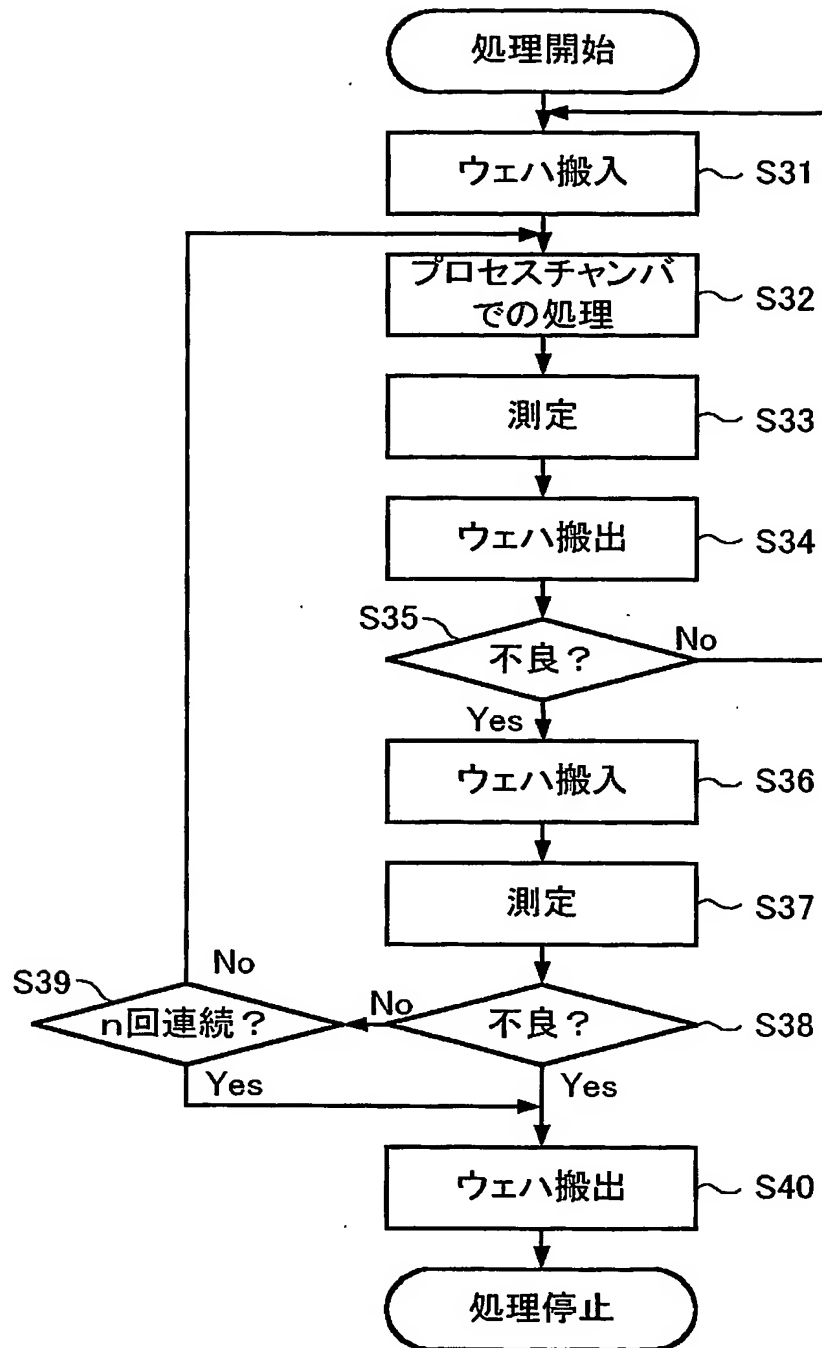
【図 8】



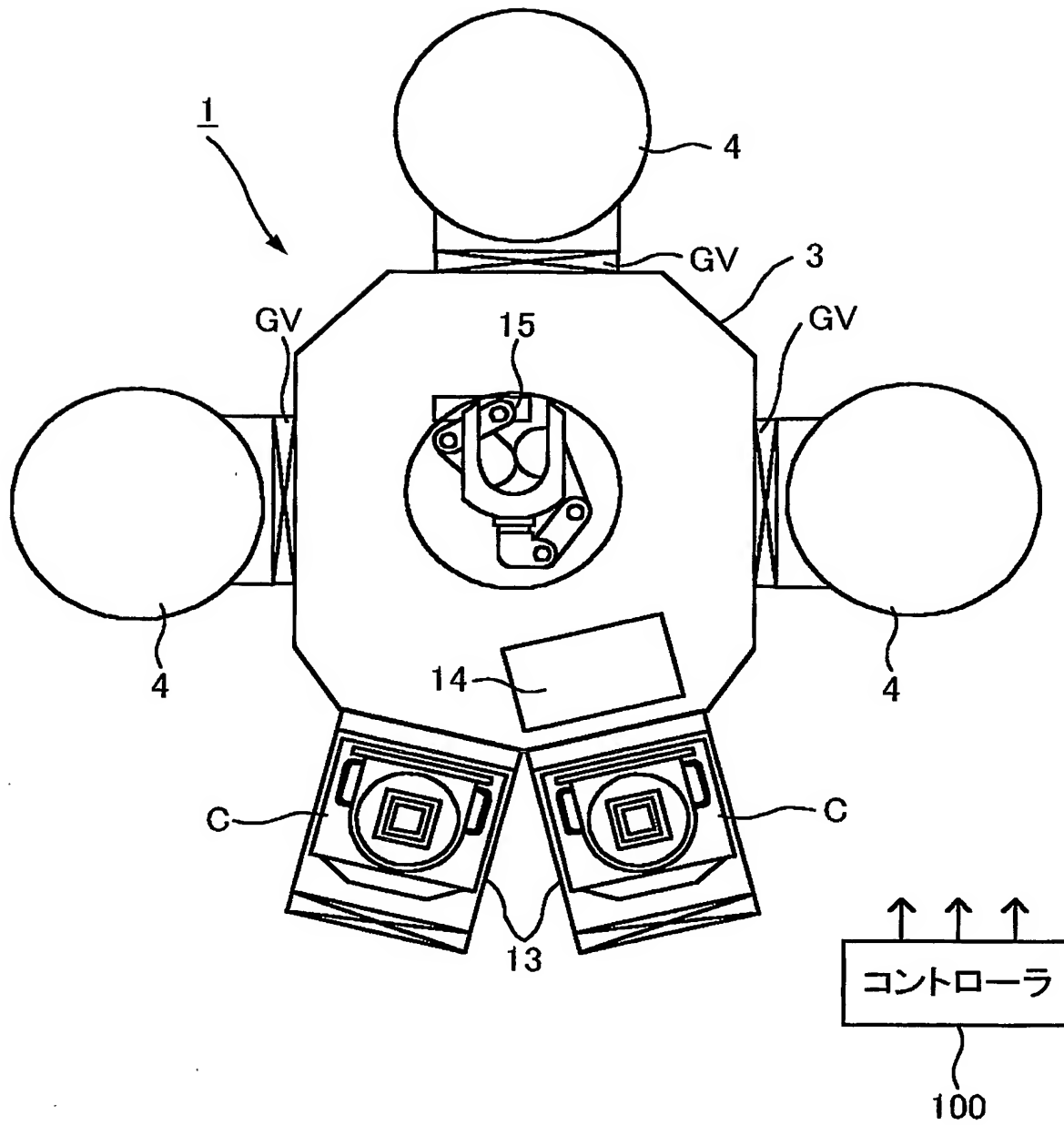
【図 9】



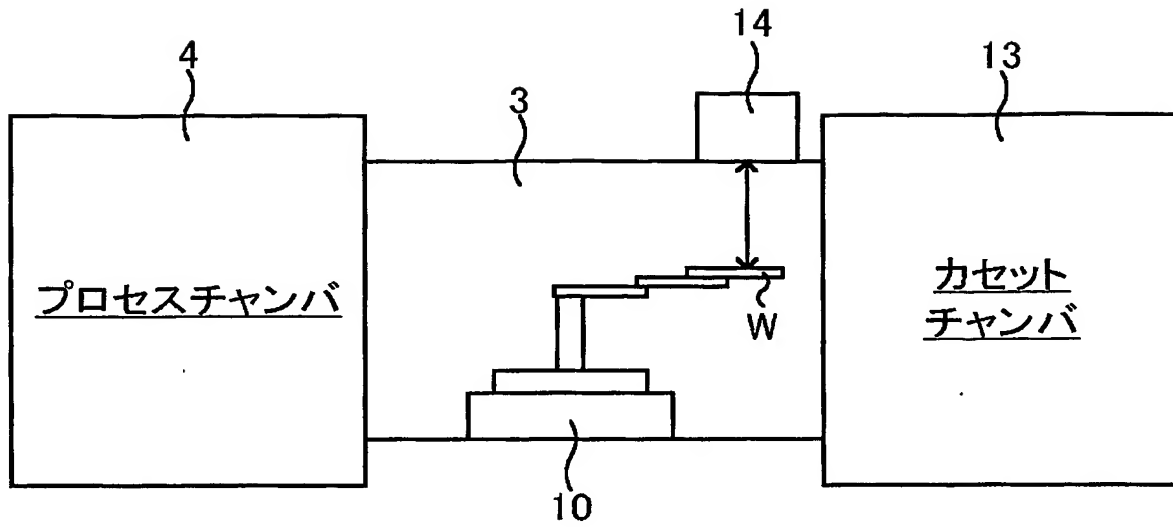
【図10】



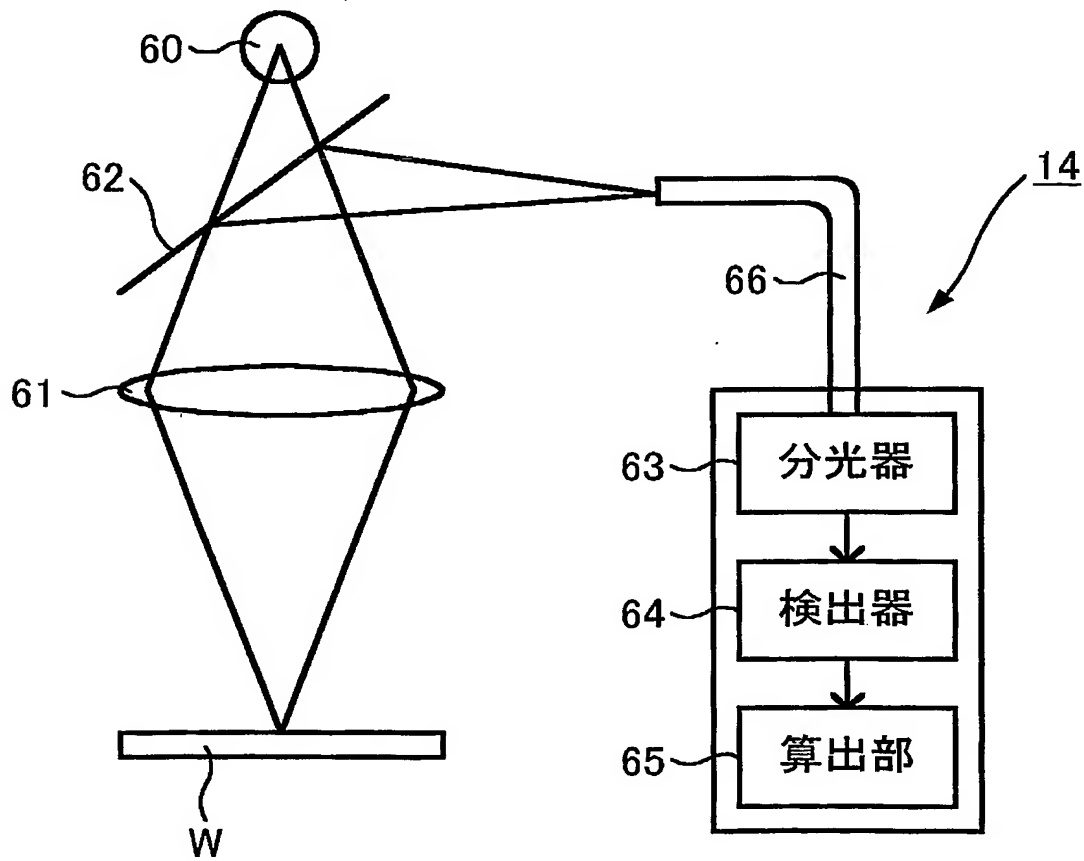
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 生産性の高い処理方法および処理装置を提供する。

【解決手段】 コントローラ 100 は、カセット C に収容されたウェハを連続的にプロセスチャンバ 4 にてエッチング処理する。コントローラ 100 は、形状測定ユニット 12 による測定結果から、プロセスチャンバ 4 における処理の良／不良を判定する。コントローラ 100 は、所定回数連続して不良と判定したときに連続処理を停止する。

【選択図】 図 1

特願 2002-365777

出願人履歴情報

識別番号

[000219967]

1. 変更年月日

1994年 9月 5日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂5丁目3番6号

氏 名

東京エレクトロン株式会社

2. 変更年月日

2003年 4月 2日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂五丁目3番6号

氏 名

東京エレクトロン株式会社